DE3743731A - Title / Abstract

Method and circuit arrangement for controlling the phase angle between a generated code and a received code contained in a received spread-spectrum signal

In this method, in which the code is generated at several different phase angles and is supplied to mixers, the output signals of which, after band limiting and envelope-curved demodulation, are heterodyned, m codes are generated which are in each case phase-shifted by one bit period with respect to one another, m being greater than 2.

The greater the deviation of the code generated in each case from a mean phase angle of the generated codes, the higher the weighting of the output signals during the heterodyning.

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**

(11) **DE 3743731 A1**

(51) Int. Cl. 4: H04J 13/00

(21) Aktenzeichen: P 37 43 731.3
(22) Anmeldetag: 23. 12. 87
(43) Offenlegungstag: 13. 7. 89

DE 3743731 A1

(71) Anmelder:
ANT Nachrichtentechnik GmbH, 7150 Backnang, DE

(72) Erfinder:
Lechler, Siegfried, Ing.(grad.), 7154 Althütte, DE

(54) Verfahren und Schaltungsanordnung zur Regelung der Phasenlage zwischen einem erzeugten Code und einem in einem empfangenen spektral gespreizten Signal enthaltenen empfangenen Code

Bei einem Verfahren zur Regelung der Phasenlage zwischen einem erzeugten Code und einem in einem empfangenen spektral gespreizten Signal enthaltenen empfangenen Code, wobei der Code in mehreren unterschiedlichen Phasenlagen erzeugt und Mischern zugeführt wird, deren Ausgangssignale nach einer Bandbegrenzung und einer Hüllkurvendemodulation überlagert werden, werden m jeweils eine Bitperiode gegeneinander phasenverschobene Codes erzeugt, wobei m größer als 2 ist. Die Ausgangssignale werden bei der Überlagerung um so höher bewertet, je weiter der jeweils erzeugte Code von einer mittleren Phasenlage der erzeugten Codes abweicht.

DE 3743731 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie Schaltungen zur Durchführung dieses Verfahrens. Ein solches Verfahren ist beispielsweise aus NTZ 28 (1975) H.3, S.79 bis 88 bekannt.

Bei der Übertragung von Nachrichten nach dem Code-Multiplex-Verfahren wird ein bereits mit der Nachricht modulierter Träger mit einem Codewort, dessen Taktfrequenz groß gegenüber der Bandbreite des Nachrichtensignals ist, moduliert, wodurch eine spektrale Spreizung des an sich schmalbandigen mit der Nachricht modulierten Signals erfolgt. Zur empfangsseitigen Rückgewinnung der Nachricht wird die spektrale Spreizung des jeweils gewünschten Signals rückgängig gemacht, wozu ein phasenrichtig synchronisiertes Codewort erforderlich ist. Bei den bekannten Verfahren wird dieses Codewort bei einem Suchvorgang bezüglich des empfangenen Signals derart phasenverschoben, bis eine Übereinstimmung des im empfangenen Signal enthaltenen Codewortes und des im Empfänger erzeugten Codewortes vorliegt. Danach wird der Suchvorgang beendet und eine Nachführregelschleife für die Aufrechterhaltung der Synchronisation während der Nachrichtenübertragung aktiviert. Mit der Nachführregelschleife werden langsame Änderungen der Phasenlage des empfangenen Signals ausgeregelt.

Die bekannten Nachführregelschleifen — beispielsweise die aus der angelsächsischen Literatur bekannten Delay-lock-loop-Schleifen — weisen jedoch einen schmalen Fangbereich auf, so daß mit Hilfe des Suchvorgangs bereits eine recht genaue phasenmäßige Übereinstimmung zwischen dem im Empfänger erzeugten Code und dem entsprechenden Code im empfangenen Signal erreicht werden muß, bevor der Suchvorgang beendet wird. Dieses trägt zu einer erheblichen Dauer des Suchvorgangs bei — insbesondere dann, wenn lange Suchworte verwendet werden. Dieses ist jedoch in der Praxis erforderlich, da nur durch entsprechend lange Suchworte genügend viele pseudo-statistische Bitfolgen für eine größere Zahl von Multiplexkanälen vorhanden sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, bei der Synchronisierung eines Codewortes mit einem empfangenen spektral gespreizten Signal die Suchzeit zu verkürzen.

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat außer dem Vorteil, daß die Suchzeit wesentlich verkürzt werden kann, den Vorteil, daß bei eingerasteter Nachführung größere Störungen als bei dem bekannten Verfahren ausgeregelt werden können, ohne daß der Suchvorgang gestartet zu werden braucht.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Erfindung und vorteilhafte Schaltungsanordnungen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich.

Dabei ist vorzugsweise die Anzahl der gegeneinander phasenverschobenen Codes geradzahlig, was jedoch eine ungerade Anzahl nicht ausschließt. Eine lineare Kennlinie wird dadurch erhalten, daß sich die Bewertung linear zur Phasendifferenz zwischen der Phasenlage des jeweils erzeugten Codes und der mittleren Phasenlage der erzeugten Codes verhält. Falls erforderlich, können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch

nichtlineare Kennlinien durch eine geeignete Bewertung der Ausgangssignale erzeugt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann in vorteilhafter Weise auch zusammen mit einer Verbesserung des Suchvorgangs nach der gleichzeitig eingereichten Patentanmeldung BK 87/70 und/oder mit einer Speicherung des jeweiligen Regelzustandes nach der ebenfalls gleichzeitig eingereichten Patentanmeldung BK 87/57 der Anmelderin angewendet werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer bekannten Schaltungsanordnung,

Fig. 2 eine Kennlinie der bekannten Schaltungsanordnung nach **Fig. 1**,

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Schaltungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 4 eine Kennlinie der Schaltungsanordnung nach **Fig. 3**.

Gleiche Teile sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Der Schaltungsanordnung nach **Fig. 1** wird bei **1** ein spektral gespreiztes Signal zugeführt, welches beispielsweise in einem Frequenzbereich bei 70 MHz liegt und eine Bandbreite von 5 MHz aufweist. Die spektrale Spreizung des bei **1** zugeführten Signals ist mit einem Codewort erfolgt, das aus einer pseudo-statistischen Bitfolge besteht. Bei praktisch ausgeführten Übertragungssystemen weist das Codewort eine Länge von einigen hundert, beispielsweise 256 Bit auf. Ein Codegenerator **2** erzeugt dasjenige Codewort, welches zur Spreizung des jeweils zu empfangenen Signals verwendet worden ist. Die Schaltung nach **Fig. 1** dient dazu, das vom Codegenerator **2** erzeugte Codewort in phasenmäßige Übereinstimmung mit dem zu empfangenen Signal zu bringen und die Übereinstimmung beizubehalten. Dazu sind bei der Schaltung nach **Fig. 1** ein Suchvorgang und eine Nachführregelung vorgesehen.

Der Codegenerator enthält im wesentlichen ein Schieberegister, durch welches das Codewort im Takt eines zugeführten Signals durchgeschoben wird, wobei das Codewort am Ausgang in serieller Form ansteht. Das vom Codegenerator **2** erzeugte Codewort ist über einen Ausgang **3** einem nicht dargestellten Mischer zur Entspreizung des empfangenen Signals zuführbar. Mit einer um jeweils eine halbe Bitperiode voreilenden und nacheileriden Phasenlage wird das Codewort zwei Mischern **4, 5** zugeführt und mit dem bei **1** zugeführten gespreizten Signal gemischt. Die Mischprodukte werden in an sich bekannter Weise über je eine Filter- und Detektorschaltung **6, 7** einer Subtraktionsschaltung **8** zugeführt.

Die Schaltungen **4** bis **8** bilden einen Autokorrelator, dessen Kennlinie in **Fig. 2** dargestellt ist. Über ein Tiefpaßfilter **9** wird die Ausgangsspannung des Autokorrelators dem Steuereingang eines steuerbaren Oszillators **10** zugeführt, dessen Ausgang über eine Und-Schaltung **11** mit einem Takteingang des Codegenerators **2** verbunden ist. Bei bereits bestehender Synchronisierung sorgt der beschriebene Regelkreis für eine Nachführung der Frequenz des Ausgangssignals des steuerbaren Oszillators **10**, so daß für langsame Änderungen der Taktfrequenz des bei **1** zugeführten gespreizten Signals die Korrelation zwischen dem im Codegenerator **2** erzeugten Codewort und dem im empfangenen Signal

enthaltenen Codewort gewährleistet ist.

Bei stärkeren Abweichungen als ±1 Bit ist jedoch aufgrund der in Fig. 2 dargestellten Kennlinie eine Nachführung nicht mehr möglich. Auch beim Einschalten des Empfängers, wobei eine zufällige Lage zwischen beiden Codeworten entsteht, ist eine Synchronisierung mit Hilfe des Regelkreises nicht möglich.

Beim Suchvorgang wird von einem Suchgenerator 12 die Zuführung von Taktimpulsen vom steuerbaren Oszillator 10 zum Codegenerator 2 mit Hilfe der Und-Schaltung 11 unterdrückt, bis die Regelschleife eingerastet bzw. wieder eingerastet ist. Dem Suchgenerator 12 wird von den Ausgängen der Filter- und Detektorschaltung 6, 7 über je eine Schwellwertschaltung 13, 14 ein logisches Signal zugeführt, das in Abhängigkeit vom Bestehen der Korrelation den einen oder anderen Pegel einnimmt.

Tritt während bestehender Korrelation, also während der eingerasteten Nachführregelschleife, eine Störung auf, so wird durch das logische Signal *A* der Suchvorgang gestartet, bis wieder eine Korrelation festgestellt wird.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Blockschaltbild einer Schaltungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde auf eine Darstellung derjenigen Teile der Fig. 1 verzichtet, welche dem Suchvorgang dienen.

Zusätzlich zu den Mischern 4, 5 sind vier weitere Mischer 15, 16, 17, 18 vorgesehen. Die Ausgänge der Mischer sind über je ein Bandpaßfilter 21 bis 26 mit Hüllkurvendemodulatoren 31 bis 36 verbunden. Die Ausgangssignale der Hüllkurvendemodulatoren 31 bis 33 werden über je einen Widerstand 41, 42, 43 dem nichtinvertierenden Eingang des Differenzverstärkers 8 zugeführt. Die Widerstände 41, 42, 43 bilden zusammen mit dem nichtinvertierenden Eingang des Differenzverstärkers 8 ein Addiernetzwerk. Vor der Zuführung zum Addiernetzwerk werden die Ausgangssignale der Hüllkurvendemodulatoren 31, 32 in Verstärkern 51, 52 jeweils um den Faktor V = 5 bzw. V = 3 verstärkt. Insbesondere um die Verstärkung dieser Signale gegenüber dem Ausgangssignal des Hüllkurvendemodulators 33 zu verdeutlichen, wurden die Operationsverstärker 51, 52 bei dem Ausführungsbeispiel dargestellt. Eine entsprechende Bewertung der Ausgangssignale der Hüllkurvendemodulatoren 31, 32, 33 kann anstatt durch zusätzliche Verstärker auch durch eine entsprechende Dimensionierung der Widerstände 41, 42, 43 erfolgen.

Eine entsprechende Verarbeitung erfolgt mit den Ausgangssignalen der Hüllkurvendemodulatoren 34, 35, 36 mit Hilfe der Verstärker 55, 56 und der Widerstände 44, 45, 46, die an den invertierenden Eingang des Differenzverstärkers 8 angeschlossen sind.

Wie bei der Schaltungsanordnung nach Fig. 1 ist der Ausgang des Differenzverstärkers 8 über einen Tiefpaß 9 mit dem Steuereingang eines steuerbaren Oszillators 10 verbunden, dessen Ausgangssignal einem Codegenerator 60 zugeführt wird, welcher in ähnlicher Weise wie der Codegenerator 2 gemäß Fig. 1 aufgebaut ist, an dessen Ausgang jedoch eine Reihe von Verzögerungsschaltungen 61, 62, 63, 64, 65 angeschlossen sind, welche den vom Codegenerator erzeugten Code um jeweils eine Bitperiode verzögern. Das Ausgangssignal des Codegenerators, also der unverzögerte Code sowie die jeweils um 1, 2, 3, 4 und 5 Bitperioden verzögerten Codes werden den Mischern 18, 17, 5, 4, 16, 15 zugeführt.

Die Verzögerungsschaltung 63 besteht aus je zwei in Reihe geschalteten Verzögerungsschaltungen 63*A* und 63*B*, zwischen denen ein um insgesamt 2,5 Bitperioden verzögertes Signal ansteht, das für einen weiteren Mischer 66 benutzt wird. Dieses weitere Signal befindet sich in Korrelation mit dem im empfangenen Signal enthaltenen Code, wenn sich die Nachführregelschleife in ihrem Arbeitspunkt befindet. Dementsprechend erfolgt mit dem Mischer 66 die Entspreizung bzw. Code-Multiplex-Demodulation des empfangenen Signals. An den Mischer 66 schließt sich ein Basis-Demodulator 67 an, von dessen Ausgang 68 die empfangene Nachricht im Basisband entnommen werden kann.

Die Kennlinie der in Fig. 3 dargestellten Schaltungsanordnung wird im folgenden anhand von Fig. 4 erläutert, wobei zum Vergleich die Kennlinie der bekannten Schaltungsanordnung nach Fig. 1 ebenfalls dargestellt ist. Die Phasendifferenz zwischen den dem jeweiligen Mischer zugeführten Codes ist in Bitperioden angegeben, wobei sich die Phasenverschiebungen auf das um eine mittlere Zeit verzögerte Ausgangssignal der Verzögerungsschaltung 63*A* (Fig. 1) bezieht.

Die einzelnen Komponenten der Kennlinien sind gestrichelt dargestellt und mit *K* 4, *K* 5, *K* 15, *K* 16, *K* 17, *K* 18 entsprechend den Bezugszeichen der in der Schaltungsanordnung nach Fig. 3 enthaltenen Mischern bezeichnet. Durch die Überlagerung der beiden jeweils durch die Mischer 4 und 5 verursachten und in den Zeilen *a*) und *b*) dargestellten Kennlinien ergibt sich die in Zeile *c*) dargestellte Kennlinie der bekannten Schaltungsanordnung.

Die sich durch die zusätzliche Anordnung der Mischer 15 bis 18 ergebenden Kennlinien *K* 15 bis *K* 18 führen zu der in Fig. 4d) als durchgezogene Linie dargestellten Kennlinie. Der Arbeitsbereich der Nachführregelung — also die Phasendifferenz zwischen beiden Extremwerten der Kennlinie nach Fig. 4d) — beträgt 5 Bitperioden gegenüber einer Bitperiode bei der bekannten Schaltungsanordnung.

Die Erfindung ist nicht auf das Hinzufügen von jeweils zwei Mischern je Richtung beschränkt. Durch Hinzufügen jeweils eines Mischers ergibt sich bereits ein Arbeitsbereich von 3 Bitperioden, während sich bei insgesamt 8 Mischern ein Arbeitsbereich von 7 Bitperioden ergibt. Für diesen Fall sind in Fig. 4d) jeweils zwei weitere Kennlinienkomponenten *K* 19 und *K* 20 gestrichelt eingetragen. Die sich ergebende Gesamtkennlinie ist — soweit sie von der Kennlinie mit sechs Mischern abweicht — strichpunktiert dargestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Phasenlage zwischen einem erzeugten Code und einem in einem empfangenen spektral gespreizten Signal enthaltenen empfangenen Code, wobei der Code in mehreren unterschiedlichen Phasenlagen erzeugt und Mischern zugeführt wird, deren Ausgangssignale nach einer Bandbegrenzung und einer Hüllkurvendemodulation überlagert werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß m jeweils eine Bitperiode gegeneinander phasenverschobene Codes erzeugt werden, wobei m größer als 2 ist, und daß die Ausgangssignale bei der Überlagerung umso höher bewertet werden, je weiter der jeweils erzeugte Code von einer mittleren Phasenlage der erzeugten Codes abweicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß m geradzahlig ist.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Bewertung

linear zur Phasendifferenz zwischen der Phasenlage des jeweils erzeugten Codes und der mittleren Phasenlage der erzeugten Codes verhält.

4. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an den Ausgang eines Codegenerators (60) mehrere in Reihe geschaltete Verzögerungsschaltungen (61, 62, 63, 64, 65) angeschlossen sind, daß der Ausgang des Codegenerators (60) und die Ausgänge der Verzögerungsschaltungen (61 bis 65) mit einem ersten Eingang je einer Mischschaltung (18, 17, 5, 4, 16, 15) verbunden sind, deren zweite Eingänge mit dem empfangenen Signal beaufschlagt sind, und daß die Ausgänge der Mischschaltungen über je ein Bandpaßfilter (21 bis 26) und je einen Hüllkurvendemodulator (31 bis 36) mit einer Überlagerungsschaltung (8, 41 bis 46) derart verbunden sind, daß Mischprodukte, welche aufgrund von erzeugten Codes entstanden sind, deren Phasenlage gegenüber einem Code mit mittlerer Phasenlage verschiedenes Vorzeichen aufweist, auch mit verschiedenem Vorzeichen zur Überlagerung herangezogen werden.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgänge einer ersten Gruppe von Hüllkurvendemodulatoren (31 bis 33) mit einer ersten Addierschaltung und die Ausgänge einer zweiten Gruppe von Hüllkurvendemodulatoren (34 bis 36) mit einer zweiten Addierschaltung verbunden sind und daß die Ausgänge der Addierschaltungen an Eingänge einer Subtrahierschaltung angeschlossen sind.

— Leerseite —

BK 87 / 90

1/3

Nummer: 37 43 731
Int. Cl.4: H 04 J 13/00
Anmeldetag: 23. Dezember 1987
Offenlegungstag: 13. Juli 1989

3743731

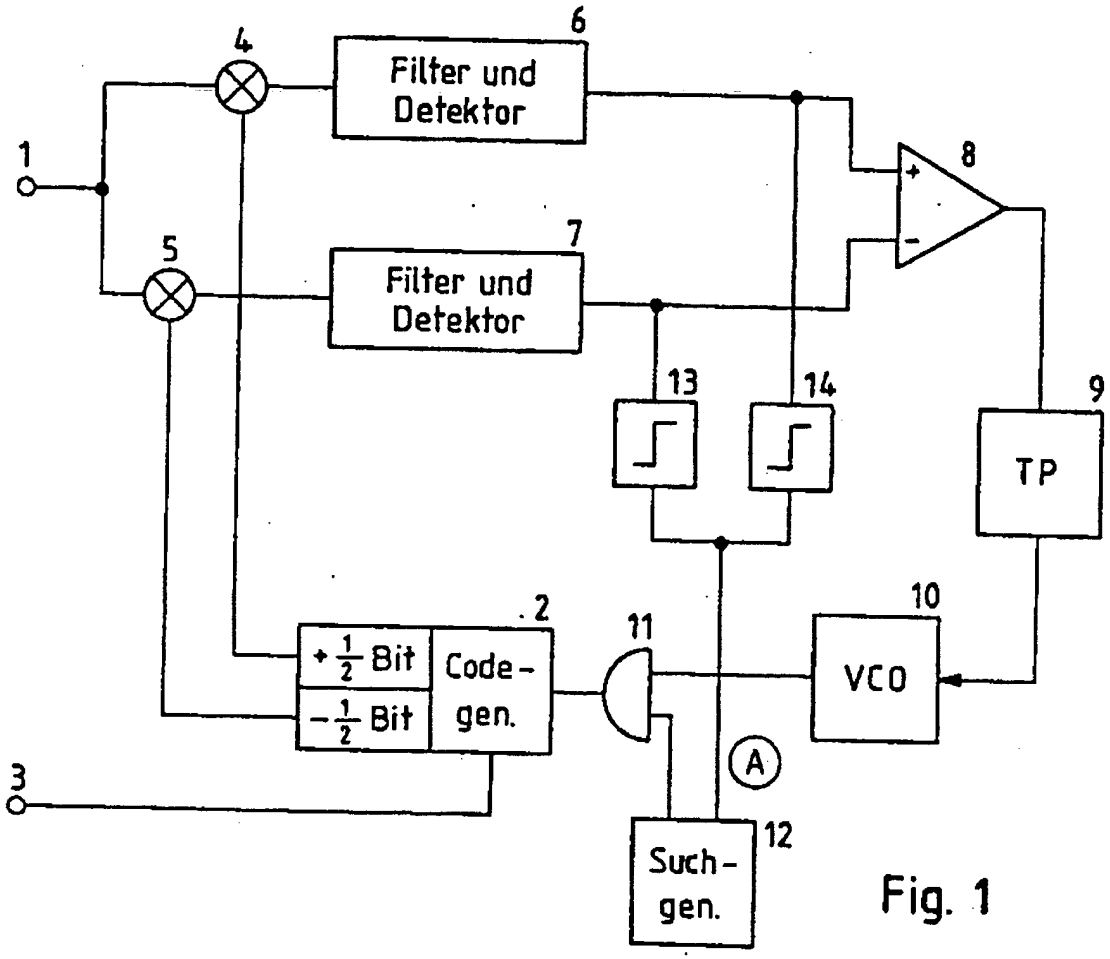


Fig. 1

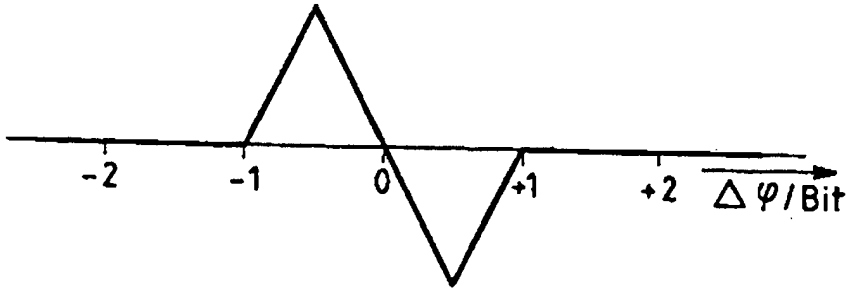


Fig. 2

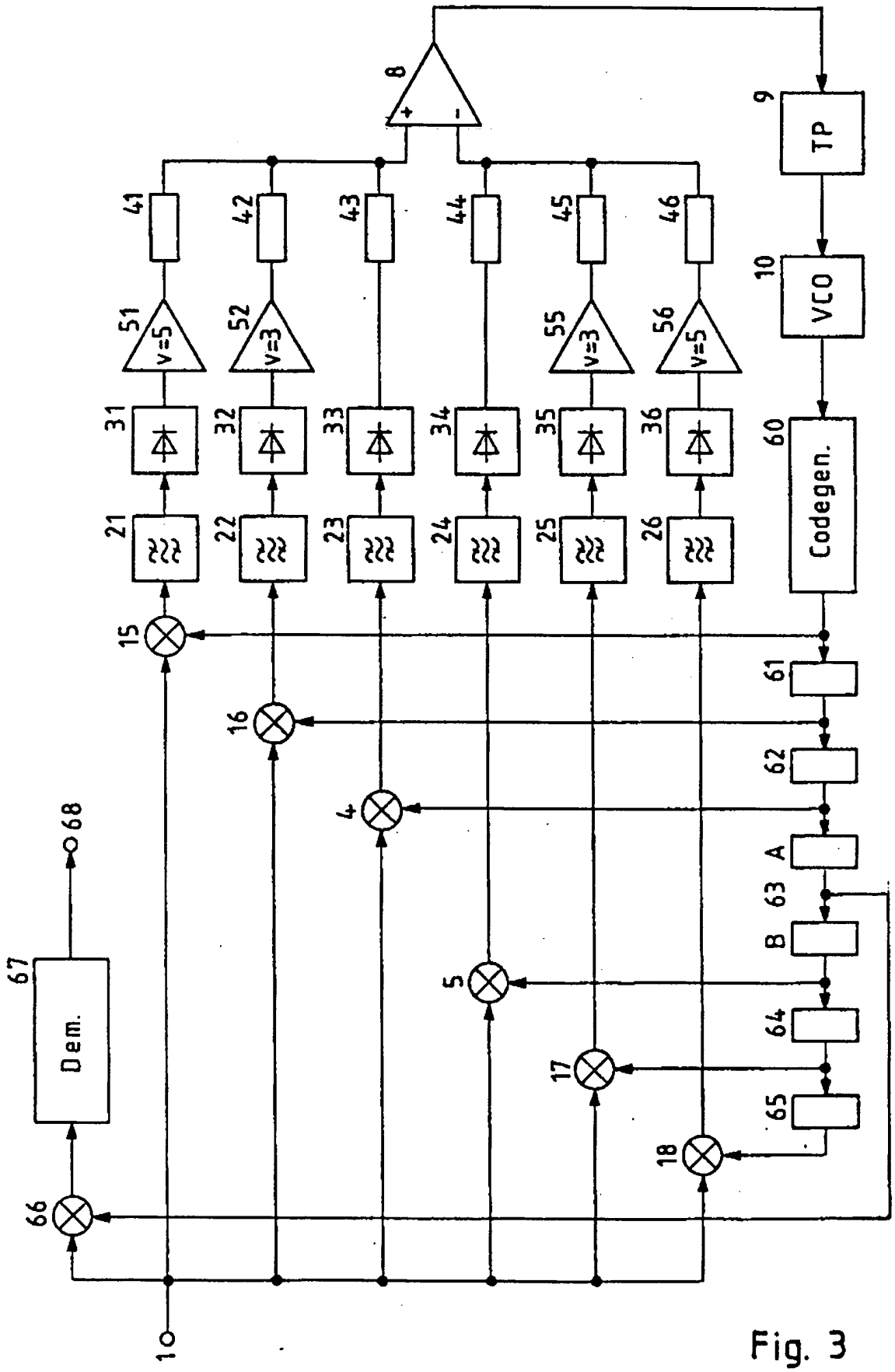

8
9
TP
10
VCO
60
Codegen.
41
42
43
44
45
46
51
V=5
52
V=3
55
V=3
56
V=5
31
32
33
34
35
36
21
22
23
24
25
26
15
16
4
5
17
18
61
62
A
63
B
64
65
66
67
Dem.
68
1

Fig. 3

13*

3743731

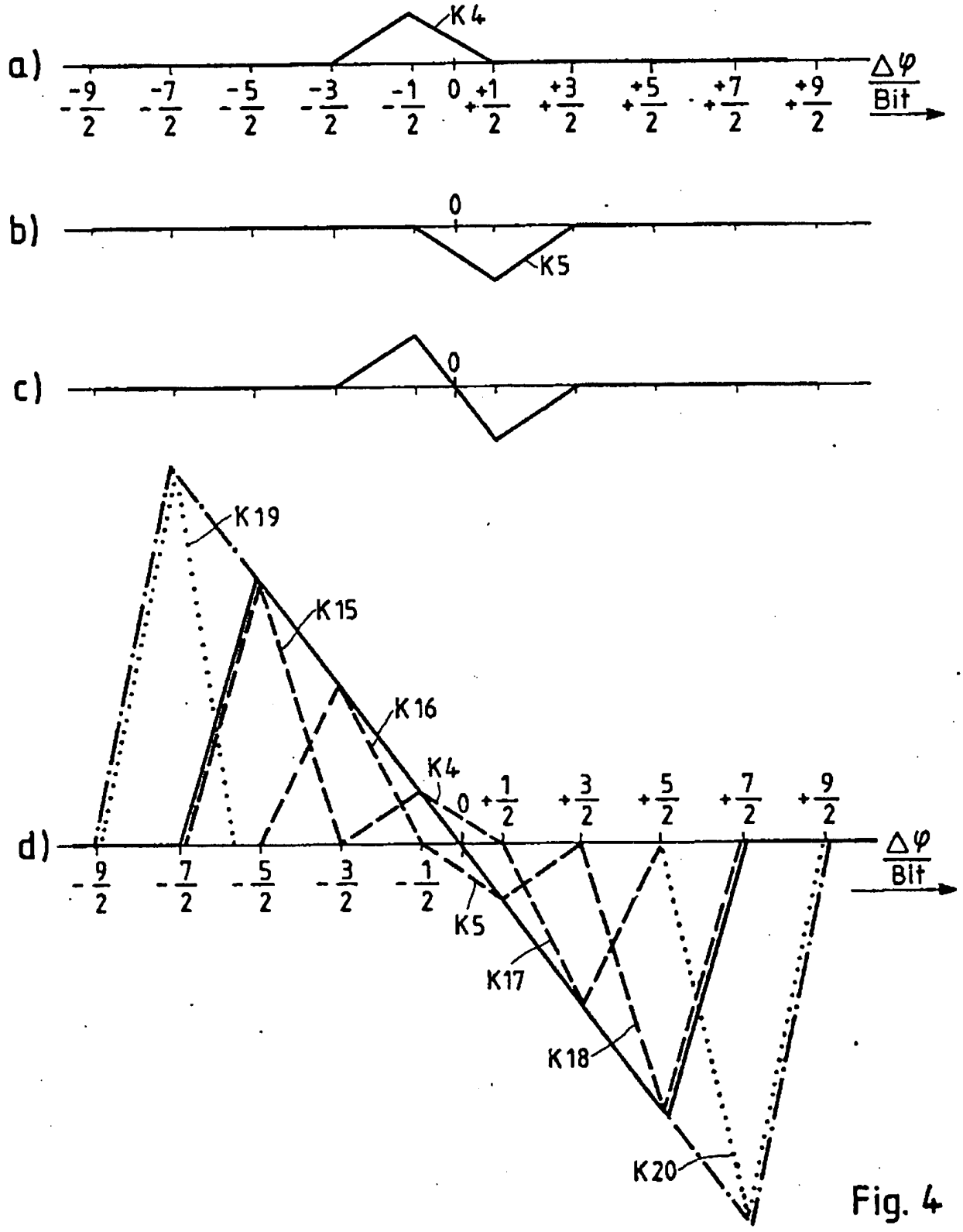


Fig. 4